

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H01L 21/3065	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/67307 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 9. November 2000 (09.11.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00821 (22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 2000 (16.03.00) (30) Prioritätsdaten: 199 19 469.6 29. April 1999 (29.04.99) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LAERMER, Franz [DE/DE]; Wittekweg 9, D-70437 Stuttgart (DE). SCHILP, Andrea [DE/DE]; Seelenbachweg 15, D-73525 Schwäbisch Gmünd (DE). ELSNER, Bernhard [DE/DE]; Karl-Joos-Strasse 52, D-70806 Kornwestheim (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	
<p>(54) Title: METHODS FOR PLASMA ETCHING SILICON</p> <p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM PLASMAÄTZEN VON SILIZIUM</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to methods for the plasma etching, notably the anisotropic plasma etching, of laterally defined structures in a silicon substrate using a process gas. According to the invention before and/or during etching at least one passivating material is deposited at least temporarily on the side walls of laterally defined structures. According to a first method at least one compound chosen from the group comprising ClF₃, BrF₃ or IF₃ is added to the process gas as fluorine-yielding etching gas. According to a second method NF₃ is at least temporarily added to the process gas as an additive which consumes the passivating material. According to a third method, a light and readily ionized gas, notably H₂, He or Ne, is at least temporarily added to the process gas. The above three methods can also be combined.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Es werden Verfahren zum Plasmätzten, insbesondere zum anisotropen Plasmätzten, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat unter Verwendung eines Prozessgases vorgeschlagen. Dabei wird vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden. In einem ersten Verfahren wird vorgeschlagen, dem Prozessgas als fluorklieferndes Ätzgas mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe ClF₃, BrF₃ oder IF₃ zuzusetzen. In einem zweiten Verfahren wird dem Prozessgas zumindest zeitweilig als das passivierende Material verzehrendes Additiv NF₃ zugesetzt. Schliesslich wird ein einen dritten Verfahren dem Prozessgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht ionisierbares Gas, insbesondere H₂, He oder Ne, zugesetzt. Die drei vorgeschlagenen Verfahren können auch kombiniert werden.</p>		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffendlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabon	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Verinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

5

Verfahren zum Plasmaätzen von Silizium

10

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von Silizium nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

15

Stand der Technik.

Aus DE 197 06 682 C2 ist ein Verfahren zum anisotropen Hochratenplasmaätzen von Silizium bekannt, wobei zur Seitenwandpassivierung als passivierendes Material SiO_2 verwendet wird, das aus dem Zusatz von SiF_4 und O_2 zur eigentlichen Ätzchemie von SF_6 gebildet wird. Gleichzeitig werden dem Ätzgas als SiO_2 -verzehrende Additive („Scavenger“) kontinuierlich oder getaktet CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 oder C_4F_8 zugesetzt, um auf dem Strukturgrund befindliches SiO_2 selektiv abzutragen.

20

25

Ein weiteres Hochratenätzverfahren für Silizium wird beispielsweise in DE 42 41 045 C2 vorgeschlagen, wobei eine hochdichte Plasmaquelle mit induktiver Hochfrequenzanregung (ICP-Quelle) oder einer speziellen Mikrowellenanregung (PIE-Quelle) dazu benutzt wird, um aus einem fluorliefernden Ätzgas Fluorradikale und aus einem tetrafluoräthylenbildenden Monomere liefernden Passiviergas $(\text{CF}_2)_x$ -Radikale freizusetzen, die ein

30

teflonartiges, passivierendes Material bilden, wobei Ätz- und Passiviergas alternierend eingesetzt werden.

Schließlich ist aus der Anmeldung DE 43 17 623 A1 bekannt, ein Gemisch aus SF_6 oder einem anderen fluorliefernden Ätzgas und CHF_3 oder einem anderen, teflonartige Monomere bildenden Passiviergas, einem hochdichten Plasma auszusetzen, so daß die Fluorradikale den Siliziumstrukturgrund ätzen und gleichzeitig die teflonartige Monomere ein passivierendes Material auf den Strukturseitenwänden bilden, und somit für ein anisotropes Verhalten des Ätzprozesses sorgen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, bestehende Plasmaätzverfahren für Silizium dahingehend zu verbessern, daß durch Einsatz neuer Prozeßgase höhere Ätzraten, geringere Profilabweichungen beim Ätzen und eine bessere Umweltverträglichkeit des Prozeßgases gewährleistet sind.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäßen Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß damit eine Verbesserung der Profilkontrolle und eine höhere Ätzrate bei Plasmaätzverfahren von Silizium, insbesondere bei anisotropen Hochratenplasmaätzverfahren, erreicht wird. Gleichzeitig sind die eingesetzten Prozeßgase insbesondere hinsichtlich des Treibhauseffektes wesentlich umweltverträglicher als bisher eingesetzte Ätzgase oder Additive und damit auch langfristig verfügbar.

Weiterhin werden bei der Verwendung der fluorliefernden Ätzgase ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 schon bei relativ geringer Plasmaanregung große Fluormengen freigesetzt, so daß diese sehr ef-

fizient hinsichtlich der Anregung und der erreichten hohen Siliziumätzraten sind und gleichzeitig nur geringe Anforderungen an den Leistungsbedarf einer beispielsweise induktiven Plasmaquelle oder einer Mikrowellen-Plasmaquelle stellen. Weiterhin ist sehr vorteilhaft, daß insbesondere ClF_3 , beim Zerfall zu ClF oder BrF , beim Zerfall zu BrF leichter und in größerer Zahl Fluorradikale freisetzt, als das bekannte SF_6 über dessen vorrangigen Zerfallskanal zu SF_4 . Überdies benötigt die Reaktion von ClF_3 zu ClF und 2F^\bullet bzw. BrF_3 beim Zerfall zu BrF und 2F^\bullet auch eine sehr viel geringere Aktivierungsenergie als die Reaktion von SF_6 zu SF_4 und 2F^\bullet . Somit treten infolge geringerer benötigter Hochfrequenz- bzw. Mikrowellenleistungen an der Plasmaquelle zur Erzeugung der benötigten großen Fluorradikalmengen dort sehr vorteilhaft auch weniger Störeffekte auf, die im weiteren die erzeugten Ätzprofile beeinträchtigen könnten.

Weitere Vorteile resultieren aus der Tatsache, daß bei Verwendung von Interhalogenfluoriden als fluorliefernde Ätzgase keine Schwefelausscheidungen im Abgasbereich der Ätzanlage auftreten können, die andernfalls beseitigt bzw. unterdrückt werden müssen.

Schließlich sind insbesondere ClF_3 und BrF_3 chemisch instabil und hydrolysieren an Luft mit der Luftfeuchtigkeit leicht zu HF und HCl bzw. HBr . Daher entsteht mit diesen Verbindungen oder Gasen kein Treibhauseffekt, so daß ihre großtechnische Verfügbarkeit unter Umweltgesichtspunkten auch langfristig gesichert ist, was beispielsweise für SF_6 nicht uneingeschränkt gilt.

Das als das passivierende Material, insbesondere SiO_2 , oder ein teflonartiges Material, verzehrende Additiv im Prozeßgas zeitweilig eingesetzte NF_3 , hat gegenüber aus dem Stand der

Technik bekannten Additiven auf Basis von Fluor-Kohlenstoff-Verbindungen den Vorteil, daß ein wesentlich stärkerer Abtrag von dielektrischen Schichten, die den Strukturgrund maskieren, erreicht wird, so daß dieses im jeweiligen Plasmaätzverfahren in gegenüber bekannten Additiven deutlich geringerer Menge eingesetzt werden muß und damit auch insgesamt geringere negative Auswirkungen auf den Gesamtprozeß, insbesondere hinsichtlich einer damit zwangsläufig verbundenen Verdünnung der übrigen aktiven Reaktanten, hat.

Weiter hat das Additiv NF_3 im Gegensatz zu Fluorkohlenwasserstoffen (CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_{10} usw.) dank schwacher Hydrolysewirkung eine relativ kurze Lebensdauer an Luft, so daß ebenfalls kein Treibhauseffekt auftritt. NF_3 wird in der Atmosphäre bereits nach kurzer Zeit durch Luftfeuchtigkeit gebunden. Im Gegensatz zu den als Treibhausgasen wirkenden Fluorkohlenwasserstoffen ist also auch hier die großtechnische Verfügbarkeit langfristig gesichert.

Die Zugabe eines leichten und leicht ionisierbaren Gases, d.h. eines Gases mit geringer Atommasse, wie He, H_2 oder Ne, aus dem leicht positiv geladene Ionen erzeugbar sind, zu dem Ätzgas hat den Vorteil, daß damit Aufladungseffekte, die sich insbesondere an Übergängen zwischen dem elektrisch leitfähigen Silizium und elektrisch isolierenden Dielektrika, die beispielsweise als Maskenmaterial oder vergrabene Opferschichten verwendet werden, störend bemerkbar machen, erheblich vermindert werden. Somit wird eine deutliche Profilverbesserung der erzeugten Ätzprofile, insbesondere beim Übergang von Silizium auf eine vergrabene Oxidschicht, eine Polymerstoppschicht oder am Maskenrand, d.h. am Übergang von der dielektrischen Maskierschicht (Photolack oder Hartstoffmaske aus SiO_2) zu dem zu ätzenden Silizium, erzielt.

Dieser Aufladungseffekt beruht darauf, daß negativ geladene Elektronen, die ungerichtet auf die Waferoberfläche einwirken, vorzugsweise auf den Seitenwänden der zu ätzenden Struktur landen, so daß die Seitenwände relativ zum Ätzgrund negativ aufgeladen werden. Innerhalb des elektrisch leitfähigen Siliziums sind diese Elektronen weitgehend frei beweglich, während auf dem elektrisch isolierenden Ätzgrund befindliche positiv geladene Ionen dort fixiert sind. Insgesamt ziehen somit die beweglichen Elektronen in die Übergangszone zwischen Silizium und Dielektrikum, so daß dort große elektrische Feldstärken entstehen, die im stationären Fall schließlich dazu führen, daß im Mittel genausoviele Ionen zur Seitenwand gelangen, wie zuvor Elektronen, weil sie von entsprechend großen elektrischen Feldern zur Seitenwand abgelenkt werden. Dieser Effekt ist als "Notching Phänomen" in die Literatur eingegangen und führt zur Ausbildung großer, in die Seitenwand eingetätzter Taschen.

Die Zugabe eines leichten, leicht ionisierbaren Gases wie beispielsweise He vermindert diese Taschenbildung sehr vor- teilhaft erheblich.

Ein anderes Problem, das auf elektrische Aufladungseffekte zurückzuführen ist, und das durch die Zugabe des leichten, leicht ionisierbaren Gases ebenfalls gelöst wird, tritt am oberen Maskenrand auf. Die Oberfläche einer dielektrischen Maskierschicht auf dem Siliziumwafer wird durch sogenanntes "Self-Biasing" vielfach als Folge einer an einer üblichen Substratelektrode angelegten hochfrequenten Spannung negativ aufgeladen ("DC-Bias"). Diese Aufladung erklärt sich aus der unterschiedlichen Beweglichkeit von Elektronen und Ionen, d.h. um im Zeitmittel genausoviele der unbeweglicheren Ionen, wie der hochbeweglichen Elektronen zur Oberfläche zu ziehen, muß sich dort eine negative elektrische Vorspannung aufbau-

en. Wird nun in den Öffnungen einer Maskierschicht in das Silizium hineingeätzt, führen diese Aufladungen der Oberfläche gegenüber der neu erzeugten Siliziumseitenwand zur Konzentration von Elektronen im Übergang von Silizium zur dielektrischen Maskierschicht. Durch Ionenablenkung werden daher verstärkt Ionen in diesen oberen Teil des geätzten Siliziumtrenchgrabens gelenkt, was dort ebenfalls zur Ausbildung von Profilunregelmäßigkeiten oder Taschen führt. Schließlich hat die Zugabe eines leichten, leicht ionisierbaren Gases zu dem Ätzgas den Vorteil, daß der aus DE 42 41 045 bekannte Seitenwandfilmtransportmechanismus dahingehend verbessert wird, daß mehr Polymerabtrag vom Ätzgrund und weniger Polymerabtrag von den Seitenwänden erfolgt, die Selektivität also verbessert wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

So ist es besonders vorteilhaft, daß die erfindungsgemäßen Verfahren auch untereinander kombiniert werden können, wobei die Vorteile der einzelnen Verfahren jeweils weitgehend erhalten bleiben. Im übrigen kann es vorteilhaft sein, dem Ätzgas, dem das passivierende Material bildenden Gas, insbesondere dem SiF_4 , dem Additiv oder einem als Reaktionspartner verwendeten Gas wie beispielsweise Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid oder einem Stickoxid zusätzlich zur Verdünnung Argon zuzusetzen.

Insgesamt hängt bei den beschriebenen Mechanismen die Größe der elektrischen Felder, die benötigt werden, um das dynamische Gleichgewicht zwischen Ionen- und Elektroneneinfall herzustellen, unmittelbar davon ab, wie leicht sich ankommende Ionen durch elektrische Felder ablenken lassen. Es ist daher offensichtlich, daß relativ schwere Ionen erst durch

relativ große Felder abgelenkt werden, während relativ leichte Ionen schon bei relativ kleinen Feldstärken abgelenkt werden und den Ladungsausgleich vollziehen können. Durch das Einbringen einer Ionensorte von kleiner Atommasse wird insofern sehr vorteilhaft erreicht, daß sich nur noch
5 kleine Feldstärken in den beschriebenen Bereichen aufbauen und bereits bei diesen kleinen Feldstärken genügend viele der leichten Ionen so abgelenkt werden, daß sie den Ladungsausgleich vollziehen können.

Die ebenfalls im Ätzverfahren, beispielsweise als ionisierte Moleküle oder Molekülbruchstücke des Ätzgases oder Additives, auftretenden schweren Ionen werden aufgrund ihrer Masse und damit verbundenen Trägheit von diesen elektrischen Feldern nicht mehr abgelenkt, sondern fliegen ungehindert durch
10 bis zum Ätzgrund, wo sie vorteilhaft beispielsweise eine Ätzreaktion oder einen Ätzgrundpolymerabtrag vorantreiben können. Es findet somit durch die Zugabe des leichten, leicht ionisierbaren Gases insgesamt sehr vorteilhaft eine
15 Trennung zwischen leichten Ionen, welche den Ladungsausgleich durchführen, und schweren Ionen statt, welche vorzugsweise auf den Ätzgrund einwirken.

Neben dem Edelgas Helium als leichtes Gas ist bei einigen Plasmaätzprozessen auch die Verwendung von Wasserstoff (H_2)
25 vorteilhaft, sofern dieser mit der Prozeßchemie verträglich ist. Wasserstoff hat als Molekül in ionisierter Form eine Atommasse von lediglich 2 und dissoziiert überdies im Plasma besonders leicht zu positiv geladenen Atomen mit der Atommasse 1.

30

Ausführungsbeispiele

Das erste Ausführungsbeispiel geht zunächst vom einem anisotropen Plasmaätzprozeß mit einer hochdichten Plasmaquelle, beispielsweise einer ICP-Plasmaquelle, einer ECR-Plasmaquelle oder einer PIE-Plasmaquelle aus, wie er aus DE 197 06 682 C2 bekannt ist.

Anstelle des dort eingesetzten fluorliefernden Ätzgases SF_6 oder NF_3 wird jedoch dem Prozeßgas als Ätzgas in einem ersten Ausführungsbeispiel gasförmiges Chlortrifluorid ClF_3 , Bromtrifluorid BrF_3 oder Iodpentafluorid IF_5 oder eine Mischung dieser Gase zugesetzt. Bevorzugt wird Chlortrifluorid oder Bromtrifluorid eingesetzt, das direkt über einen Massenflußregler zugeführt werden kann, da es einen ausreichend hohen Dampfdruck besitzt. Im Fall der Verwendung von flüssigen Bromtrifluorid wird zu dessen Überführung in die Gasphase dessen Temperatur vorzugsweise auf oberhalb von 20°C gehalten. Es ist dabei weiter möglich, zusätzlich in an sich bekannter Weise ein inertes Trägergas, beispielsweise Argon, beizumischen. Anstelle von Argon kann auch Helium verwendet werden.

Weiter werden die aus DE 197 06 682 C2 bekannten SiO_2 -verzehrenden Additive (CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 usw.) durch Stickstofftrifluorid NF_3 ersetzt, das dem Prozeßgas kontinuierlich oder bevorzugt getaktet zugesetzt wird. Dieses Additiv dient insbesondere einer beschleunigten Entfernung des passivierenden Materials vom Ätzgrund.

NF_3 zerfällt unter nicht zu intensiver Plasmaanregung, d.h. typischen ICP-Anregungsbedingungen, vorrangig in radikalische Bruchstücke NF_x (mit $x = 1, 2$), welche äußerst aggressiv gegenüber dielektrischen Materialien reagieren und somit

beispielsweise gegenüber SiO_2 , SiN , SiO_xN_y (Siliziumoxyinitrid) oder teflonartigen Materialien als sehr effiziente abtragende Reaktionspartner wirken.

5 Die dabei gleichzeitig freigesetzten Fluormengen aus der Dissoziation von NF_3 fallen gegenüber den Fluormengen aus den fluorliefernden Ätzgasen, beispielsweise ClF_3 oder BrF_3 , kaum ins Gewicht und tragen außerdem zur Siliziumätzreaktion bei.

10 Die Passivierung der Strukturseitenwände im Prozeß wird gegenüber der Lehre der DE 197 06 682 C2 unverändert durch den zumindest zeitweiligen Zusatz von SiF_4 und einem Reaktionspartner, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO , NO_x , CO_2 , NO_2 oder N_2 zu dem Prozeßgas erreicht. Bevorzugt ist Sauerstoff.

15 Hinsichtlich der weiteren Prozeßparameter (insbesondere Gasflüsse, Prozeßdrücke, Ionenenergie und eingestrahlte Plasmaleistungen), sei auf die entsprechenden, bereits aus DE 197 06 682 C2 bekannten Parameter verwiesen, die weitgehend beibehalten werden können.

20 Eine bevorzugte Zusammensetzung des Prozeßgases ausgehend von dem aus DE 197 06 682 C2 bekannten Verfahren ist beispielsweise, durch folgende Rezepturen gegeben:

30 60 sccm ClF_3 + 50 sccm O_2 + 50 sccm SiF_4 + 70 sccm He + 5 sccm NF_3 bei konstanter Zugabe, 20 mTorr Druck, 1000 Watt Hochfrequenzleistung bei einer Frequenz von 13.56 MHz an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

oder:

100 sccm BrF_3 + 50 sccm O_2 + 50 sccm SiF_4 + 70 sccm He; zusätzliche Zugabe von 30 sccm NF_3 , periodisch alle 30 bis 60 Sekunden, vorzugsweise alle 45 Sekunden über eine Zeitdauer von jeweils 5 Sekunden, Druck 20 mTorr, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird zunächst von einem Verfahren ausgegangen, wie es aus DE 42 41 045 C1 bekannt ist. In diesem bekannten Verfahren wird eine anisotrope Ätzung von Silizium mittels eines Plasmas, insbesondere mittels eines Mikrowellenplasmas oder eines über eine induktive Plasmaquelle erzeugten Plasmas, vorgenommen, wobei der anisotrope Ätzvorgang in separaten, jeweils alternierend aufeinanderfolgenden Ätz- und Polymerisations- bzw. Passivierschritten getrennt voneinander durchgeführt wird, welche unabhängig voneinander gesteuert sind. Dabei wird während der Polymerisationsschritte auf eine durch eine Ätzmaske definierte laterale Begrenzung von Strukturen ein Polymer aufgebracht, das während der nachfolgenden Ätzschritte jeweils wieder abgetragen wird.

Dazu wird dem Prozeßgas zumindest zeitweilig, insbesondere während der Ätzschritte, SF_6 als fluorlieferndes Ätzgas zugesetzt. Während der Polymerisationsschritte wird dem Prozeßgas weiter, insbesondere im Fall einer induktiv gekoppelten Plasmaquelle, Octafluorocyclobutan C_4F_8 oder Hexafluorpropen C_3F_6 als ein teflonbildende Monomere lieferndes Passiviergas zugesetzt. Dieses Passiviergas baut insbesondere auf den Seitenwänden der geätzten Strukturen als passivierendes Material einen teflonartigen Schutzfilm auf, der diese vor einem Ätzangriff durch Fluorradikale schützt.

Dieses in soweit an sich bekannte Verfahren wird erfindungs-
gemäß dadurch verbessert, daß dem Prozeßgas zusätzlich zu-
mindest zeitweilig Helium in Form von He^4 oder He^3 zugesetzt
wird, wobei dieser Zusatz entweder kontinuierlich sowohl
5 während der Dauer der Ätzschritte, als auch während der Dau-
er der Passivierschritte erfolgt, da Helium als Inertgas die
Prozeßchemie in keinsten Weise beeinflusst. Durch die Zugabe
des Heliums wird in beiden Schritten gewährleistet, daß un-
erwünschte Aufladungen reduziert und ein schädlicher Ionen-
10 einfall auf die Seitenwände geätzter Strukturen, wie erläu-
tert, permanent unterdrückt oder reduziert wird.

Alternativ kann der Heliumsatz jedoch auch nur während der
Ätzschritte oder nur während der Polymerisations- bzw. Pas-
sivierschritte erfolgen, d.h. der Heliumfluß wird wie das
15 Ätz- bzw. Passiviergas getaktet, wobei der Einsatz von Heli-
um zweckmäßig speziell während der Ätzschritte zugesetzt
wird, da es gerade beim Weiterätzen darauf ankommt, den Auf-
bau stärkerer Streufelder in den erzeugten Trenchgräben be-
20 reits im Entstehen wirksam zu unterdrücken. Bevorzugt wird
das Helium in beiden Prozeßschritten durchgehend mit kon-
stantem Gasfluß zugeführt.

Ein geeigneter Heliumgasfluß liegt üblicherweise zwischen 10
25 und 100 sccm, es sind aber auch kleinere oder insbesondere
größere Flüsse möglich, je nach Saugleistung der angeschlos-
senen Turbomolekularpumpe der Ätzanlage.

Zur Unterstützung des Abtrags des passivierenden Materials
30 vom Ätzgrund kann auch in diesem Fall zumindest zeitweise
 NF_3 als eine das passivierende Material verzehrende Substanz
eingesetzt werden.

Eine bevorzugte Zusammensetzung des Prozeßgases im Fall der Plasmaerzeugung über eine induktiv gekoppelte Plasmaquelle (ICP-Quelle) ist beispielsweise, ausgehend von DE 42 41 045 C1, durch folgende Rezeptur gegeben:

5

Passivierschritt:

100 sccm C_3F_8 oder C_4F_8 + 50 sccm He über 5 Sekunden bei 12 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, keine Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

10

Ätzschrift:

130 sccm SF_6 + 20 sccm O_2 + 50 sccm He über 9 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

15

Weitere Ausführungsbeispiele für die Prozeßgaszusammensetzung, ausgehend von dem Verfahren gemäß DE 42 41 045 C2, sind gegeben durch die folgenden Rezepturen, bei denen in den Ätzschriften jeweils das fluorliefernde Ätzgas SF_6 durch ClF_3 oder BrF_3 ersetzt ist. Zusätzlich wird dem Prozeßgas in den Ätzschriften als das passivierende Teflonmaterial insbesondere vom Ätzgrund bevorzugt abtragendes Additiv zumindest zeitweise NF_3 zugesetzt. Die Verfahrensparameter in den Passivierschritten werden dabei gegenüber dem vorausgehenden Ausführungsbeispiel unverändert beibehalten.

20

25

Ätzschrift:

200 sccm ClF_3 + 10 sccm NF_3 + 50 sccm He über 10 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

30

oder:

Ätzschrift:

200 sccm ClF_3 + 50 sccm He über 10 Sekunden bei 20 mTorr
5 Druck, zusätzlich 30 sccm NF_3 während der ersten 3 Sekunden
der Ätzschrift, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasma-
maquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der
Substratelektrode

10 Weitere Rezepturen setzen anstelle von NF_3 alternativ O_2 als
das teflonartige, passivierende Material insbesondere vom
Ätzgrund bevorzugt abtragende Additiv ein. Da Sauerstoff
deutlich weniger aggressiv agiert als die im Plasma erzeug-
ten NF_3 -Bruchstücke, muß dem Ätzgas zumindest zeitweise ein
15 wesentlich höherer Sauerstofffluß zugesetzt werden.

Der deutlich geringere Sauerstoffanteil, der in einer vor-
stehenden Rezeptur dem SF_6 als Ätzgas zugesetzt worden war,
diente dort nur zur Unterdrückung einer Schwefelausscheidung
20 im Abgasbereich. Diese Schwefelausscheidung tritt jedoch bei
der Verwendung von ClF_3 als Ätzgas nicht auf, so daß der dem
 ClF_3 zumindest vorübergehend zugesetzte Sauerstoffanteil
voll für den Abtrag des passivierenden Materials insbesonde-
re vom Ätzgrund zur Verfügung steht. Bei weiter hinsichtlich
25 der Zusammensetzung und der Verfahrensparameter unveränder-
ten Passivierschritten ergibt sich damit als weitere vor-
teilhafte Rezeptur für die Ätzschrift:

Ätzschrift:

30 250 sccm ClF_3 + 50 sccm He über 10 Sekunden, zusätzlich 100
sccm O_2 während der ersten 4 Sekunden, Druck 30 mTorr, 1200
Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30
Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

oder:

Ätzschrift:

200 sccm ClF_3 + 50 sccm He + 50 sccm O_2 über 10 Sekunden,
5 Druck 30 mTorr, 1000 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

10 Hinsichtlich weiterer Prozessparameter sei auf die entsprechenden, bereits aus DE 42 41 045 C1 bekannten Parameter verwiesen, die im übrigen weitgehend beibehalten werden können.

15 Sofern Wasserstoff als leichtes, leicht ionisierbares Gas dem Prozessgas zugegeben werden soll, ist dieser Zusatz in einem Verfahren auf Basis der DE 42 41 045 C1 lediglich während der Passivierschritte möglich. Ein Wasserstoffzusatz zum Ätzgas würde mit den freigesetzten Fluorradikalen zu HF reagieren und diese dadurch neutralisieren, d.h. diese Fluorradikale stehen anschließend für eine Ätzreaktion mit Silizium nicht mehr zur Verfügung. Ferner besteht wegen des Sauerstoffanteils im Ätzschrift Explosionsgefahr durch Knallgasbildung im Abgasbereich der Ätzanlage. Schließlich muß der zugegebene Wasserstoff auch im Passivierschritt in der Passivierchemie berücksichtigt werden. Da das als Passiviergas in dem Prozessgas zeitweilig, insbesondere während der Passivierschritte, eingesetzte Octafluorocyclobutan C_8F_{18} oder Hexafluorpropen C_3F_6 durch Wasserstoffzusatz an Fluor verarmt, ist es in diesem Fall daher zweckmäßig, auf ein fluorreicheres Passiviergas auszuweichen. Dazu sind vor allem Perfluoralkane wie beispielsweise C_2F_6 , C_3F_8 oder bevorzugt C_4F_{10} geeignet.

20
25
30

Auf diese Weise wird über den Wasserstoffzusatz in den Passivierschritten einerseits ein überschüssiger Fluoranteil unter HF-Bildung gebunden und die gewünschte Polymerisationswirkung erreicht, und andererseits steht stets genügend Wasserstoff für eine Ionisationsreaktion zur Verfügung, um Aufladungserscheinungen zu reduzieren.

In Fall der Wasserstoffzugabe zum Prozeßgas geeignete Prozeßparameter sind beispielsweise, ausgehend von einem Verfahren nach Art der DE 42 41 045 C1, durch die folgende Rezeptur gegeben, wobei durch geeignete Maßnahmen im Abgasbereich sicherzustellen ist, daß keine Explosionsgefahr entsteht. Dazu ist beispielsweise eine an sich bekannte Vorrichtung zur katalytischen Wasserstoffumsetzung zwischen einer im Abgasbereich eingesetzten Turbomolekularpumpe und einer Drehschieberpumpe vorgesehen.

Passivierschritt:

100 sccm C_4F_{10} + 70 sccm H_2 über 5 Sekunden bei 12 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung der Plasmaquelle, keine Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode.

Ätzschritt:

130 sccm SF_6 + 20 sccm O_2 über 9 Sekunden bei 20 mTorr Druck, 800 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmaquelle, 5 Watt bis 20 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

Eine weitere Rezeptur sieht bei gegenüber dem Vorstehenden unveränderten Passivierschritten vor, SF_6 als fluorlieferndes Ätzgas durch BrF_3 zu ersetzen, dem als das passivierende Teflonmaterial insbesondere vom Ätzgrund bevorzugt abtragendes Additiv zumindest zeitweise NF_3 zugesetzt wird.

Ätzschrift:

150 sccm BrF_3 + 50 sccm Ar oder Helium (als inertes Trägergas) + 10 sccm NF_3 über 10 Sekunden, 25 mTorr Druck, 1500 Watt Hochfrequenzleistung an der Plasmquelle, 5 Watt bis 30 Watt Hochfrequenzleistung an der Substratelektrode

5

Durch die durch die Helium- oder Wasserstoffzugabe erreichte Unterdrückung von Profilabweichungen ist es im übrigen ohne weiteres zusätzlich möglich, nun höhere Siliziumätzraten zu erreichen, indem die Leistungsparameter des eingesetzten Plasmaätzprozesses, insbesondere der Plasmaquelle, beispielsweise von 800 Watt auf bis zu 3000 Watt hochskaliert werden.

10

15 Durch den erfindungsgemäßen Prozeßgaszusatz von insbesondere He oder H_2 wird schließlich auch die Selektivität zwischen dem Seitenwandpolymerfilmabtrag und Ätzgrundpolymerabtrag während der Ätzschritte dahingehend verbessert, daß der Ätzgrundpolymerabtrag beschleunigt und der Seitenwandpolymerfilmabtrag reduziert wird. Dies ist eine Folge der bevorzugten Ablenkung leichter Ionen zur Seitenwand, während schwere Ionen ungehindert den Ätzgrund erreichen.

20

Die Zugabe des leichten und leicht zu ionisierenden Gases wie H_2 , Ne oder bevorzugt He wird umso wirksamer, je niedriger die Frequenz der Substratelektrodenspannung an der Substratelektrode ist, da die leichten Ionen aufgrund ihrer geringeren Trägheit zunehmend der elektrischen Feldvariation folgen können. Das Anlegen einer hochfrequenten Substratelektrodenspannung über einen Substratspannungsgenerator (Bias Power) an das zu ätzende Substrat ist an sich bekannt und dient üblicherweise zur Beschleunigung von im Plasma erzeugten Ionen auf das Substrat.

25

30

Im erläuterten Beispiel wird die eingesetzte hochfrequente Substratspannung dazu in ihrer Frequenz beispielsweise von üblichen 13,56 MHz auf weniger als 2 MHz verringert. Damit wirkt sich der Massenunterschied des leichten Gasbestands-
5 teils im Vergleich zu den übrigen Bestandteilen des Ätzgases besonders stark aus.

5

Patentansprüche

- 10 1. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens zumindest auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens
- 15 ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweise ein fluerlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 enthält.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF_4 , C_4F_8 , C_3F_8 , C_4F_{10} , C_3F_6 oder C_2F_6
- 25 zugesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO , NO_x , CO_2 , Ar , NO_2 oder
- 30 N_2 zugesetzt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein teflonar-

tiges Material, verzehrendes Additiv, insbesondere CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 , C_4F_{10} , C_3F_8 , ein Fluoralkan oder NF_3 zugesetzt wird.

- 5 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht zu ionisierendes Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne, zugesetzt wird.
- 10 6. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens zumindest auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens
- 15 ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein tetrafluorartiges Material, verzehrendes Additiv NF_3 zugesetzt wird.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe SF_6 , ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 enthält.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF_4 , C_4F_8 , C_3F_8 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6
- 30 zugesetzt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas,

ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO , NO_x , CO_2 , Ar , NO_2 oder N_2 zugesetzt wird.

- 5 10. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht zu ionisierendes Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne , zugesetzt wird.
- 10 11. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht ionisierbares Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne , zugesetzt wird.
- 15 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe SF_6 , ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 enthält.
- 20 13. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material bildendes Gas mindestens ein Gas ausgewählt aus der Gruppe SiF_4 , C_4F_8 , C_3F_8 , C_4F_{10} , C_5F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.
- 25 14. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO , NO_x , CO_2 , Ar , NO_2 oder N_2 zugesetzt wird.
- 30

15. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material, insbesondere SiO_2 oder ein teflonartiges Material verzehrendes Additiv, insbesondere CHF_3 , CF_4 , C_2F_6 , C_3F_8 , C_4F_8 , C_4F_{10} , C_3F_8 , ein Fluoralkan oder NF_3 zugesetzt wird.

16. Verfahren zum Plasmaätzen, insbesondere zum anisotropen Plasmaätzen, von lateral definierten Strukturen in einem Siliziumsubstrat, mit einem Prozeßgas, wobei vor und/oder während des Ätzens auf den Seitenwänden von lateral definierten Strukturen zumindest zeitweilig mindestens ein passivierendes Material abgeschieden wird, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweise ein fluorlieferndes Ätzgas zugegeben wird, das mindestens eine der Verbindungen, ausgewählt aus der Gruppe ClF_3 , BrF_3 oder IF_5 , enthält, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig als ein das passivierende Material verzehrendes Additiv NF_3 zugesetzt wird, und daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig ein leichtes und leicht ionisierbares Gas, insbesondere H_2 , He oder Ne , zugesetzt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas weiterhin zumindest zeitweilig mindestens ein das passivierende Material bildendes Gas, ausgewählt aus der Gruppe SiF_4 , C_4F_8 , C_3F_8 , C_4F_{10} , C_3F_8 oder C_2F_6 zugesetzt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Prozeßgas zumindest zeitweilig mindestens ein Gas, ausgewählt aus der Gruppe O_2 , N_2O , NO , NO_x , CO_2 , Ar , NO_2 oder N_2 zugesetzt wird.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 00/00821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L21/3065		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 09, 30 September 1996 (1996-09-30) & JP 08 134651 A (MORI YUZO;CENTRAL GLASS CO LTD), 28 May 1996 (1996-05-28)	1-6, 10-12, 15
Y	abstract	8
Y	EP 0 200 951 A (IBM) 12 November 1986 (1986-11-12)	8
A	column 3, line 42 -column 4, line 8 -/-	17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 September 2000		Date of mailing of the international search report 26/09/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 540-3040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Giordani, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 00/00821

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FLAMM D L ET AL: "Multiple-etchant loading effect and silicon etching in ClF/sub 3/ and related mixtures" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, DEC. 1982, USA, vol. 129, no. 12, pages 2755-2760, XP000939284 ISSN: 0013-4651	1
Y	the whole document	16,18
X	US 5 047 115 A (CHARLET BARBARA ET AL) 10 September 1991 (1991-09-10)	6,7, 9-12,14, 15
Y	column 2, line 54 -column 3, line 22	16,18
X	EP 0 414 372 A (SONY CORP) 27 February 1991 (1991-02-27) column 1, line 41 -column 2, line 16 column 3, line 9 - line 42	1,3
A	US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 8 August 1989 (1989-08-08) column 8, line 40 -column 9, line 64	1,3,4,6, 7,9,11, 14-16
A	US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17 October 1995 (1995-10-17) column 2, line 38 -column 3, line 10 claims 1-12	1-18
A	US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23 February 1988 (1988-02-23) column 5, line 30 - line 48	1-18
A	DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27 August 1998 (1998-08-27) cited in the application the whole document	1-18
A	US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12 March 1996 (1996-03-12) cited in the application the whole document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In International Application No

PCT/DE 00/00821

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 08134651 A	28-05-1996	NONE	
EP 0200951 A	12-11-1986	CA 1260365 A DE 3689342 D DE 3689342 T JP 1903479 C JP 6026200 B JP 61256728 A US 4741799 A	26-09-1989 13-01-1994 19-05-1994 08-02-1995 06-04-1994 14-11-1986 03-05-1988
US 5047115 A	10-09-1991	FR 2616030 A DE 3873337 A DE 3873337 T EP 0359777 A WO 8809830 A	02-12-1988 03-09-1992 11-02-1993 28-03-1990 15-12-1988
EP 0414372 A	27-02-1991	JP 3053912 A US 5078833 A KR 177927 B	07-03-1991 07-01-1992 15-04-1999
US 4855017 A	08-08-1989	US 4702795 A JP 4211163 A JP 6038406 B JP 62042445 A US 4784720 A US 4916511 A US 5010378 A US 4984039 A US 4690729 A	27-10-1987 03-08-1992 18-05-1994 24-02-1987 15-11-1988 10-04-1990 23-04-1991 08-01-1991 01-09-1987
US 5458734 A	17-10-1995	JP 3024317 B JP 5121379 A	21-03-2000 18-05-1993
US 4726879 A	23-02-1988	EP 0256311 A JP 2010491 C JP 7044175 B JP 63065625 A	24-02-1988 02-02-1996 15-05-1995 24-03-1988
DE 19706682 A	27-08-1998	WO 9837577 A EP 0894338 A JP 2000509915 T	27-08-1998 03-02-1999 02-08-2000
US 5498312 A	12-03-1996	DE 4317623 A FR 2705694 A JP 6349784 A	01-12-1994 02-12-1994 22-12-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00821

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 H01L21/3065		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole) IPK 7 H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der In Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 09, 30. September 1996 (1996-09-30) & JP 08 134651 A (MORI YUZO; CENTRAL GLASS CO LTD), 28. Mai 1996 (1996-05-28)	1-6, 10-12, 15
Y	Zusammenfassung ---	8
Y	EP 0 200 951 A (IBM) 12. November 1986 (1986-11-12)	8
A	Spalte 3, Zeile 42 -Spalte 4, Zeile 8 ---	17
-/-		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" Altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"I" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
14. September 2000		26/09/2000
Name und Postanschrift der internationalen Recherchebehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Giordani, S

Formblatt PCT/ISA210 (Rev. 2) Juli 1993

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In. alionales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00821

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FLAMM D L ET AL: "Multiple-etchant loading effect and silicon etching in ClF/sub 3/ and related mixtures" JOURNAL OF THE ELECTROCHEMICAL SOCIETY, DEC. 1982, USA, Bd. 129, Nr. 12, Seiten 2755-2760, XP000939284 ISSN: 0013-4651	1
Y	das ganze Dokument	16,18
X	US 5 047 115 A (CHARLET BARBARA ET AL) 10. September 1991 (1991-09-10)	6,7, 9-12,14, 15
Y	Spalte 2, Zeile 54 -Spalte 3, Zeile 22	16,18
X	EP 0 414 372 A (SONY CORP) 27. Februar 1991 (1991-02-27) Spalte 1, Zeile 41 -Spalte 2, Zeile 16 Spalte 3, Zeile 9 - Zeile 42	1,3
A	US 4 855 017 A (DOUGLAS MONTE A) 8. August 1989 (1989-08-08) Spalte 8, Zeile 40 -Spalte 9, Zeile 64	1,3,4,6, 7,9,11, 14-16
A	US 5 458 734 A (TSUKAMOTO HIRONOBU) 17. Oktober 1995 (1995-10-17) Spalte 2, Zeile 38 -Spalte 3, Zeile 10 Ansprüche 1-12	1-18
A	US 4 726 879 A (BONDUR JAMES A ET AL) 23. Februar 1988 (1988-02-23) Spalte 5, Zeile 30 - Zeile 48	1-18
A	DE 197 06 682 A (BOSCH GMBH ROBERT) 27. August 1998 (1998-08-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-18
A	US 5 498 312 A (LAERMER FRANZ ET AL) 12. März 1996 (1996-03-12) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

In. Nationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00821

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 08134651 A	28-05-1996	KEINE	
EP 0200951 A	12-11-1986	CA 1260365 A	26-09-1989
		DE 3689342 D	13-01-1994
		DE 3689342 T	19-05-1994
		JP 1903479 C	08-02-1995
		JP 6026200 B	06-04-1994
		JP 61256728 A	14-11-1986
		US 4741799 A	03-05-1988
US 5047115 A	10-09-1991	FR 2616030 A	02-12-1988
		DE 3873337 A	03-09-1992
		DE 3873337 T	11-02-1993
		EP 0359777 A	28-03-1990
		WO 8809830 A	15-12-1988
EP 0414372 A	27-02-1991	JP 3053912 A	07-03-1991
		US 5078833 A	07-01-1992
		KR 177927 B	15-04-1999
US 4855017 A	08-08-1989	US 4702795 A	27-10-1987
		JP 4211163 A	03-08-1992
		JP 6038406 B	18-05-1994
		JP 62042445 A	24-02-1987
		US 4784720 A	15-11-1988
		US 4916511 A	10-04-1990
		US 5010378 A	23-04-1991
		US 4984039 A	08-01-1991
		US 4690729 A	01-09-1987
US 5458734 A	17-10-1995	JP 3024317 B	21-03-2000
		JP 5121379 A	18-05-1993
US 4726879 A	23-02-1988	EP 0256311 A	24-02-1988
		JP 2010491 C	02-02-1996
		JP 7044175 B	15-05-1995
		JP 63065625 A	24-03-1988
DE 19706682 A	27-08-1998	WO 9837577 A	27-08-1998
		EP 0894338 A	03-02-1999
		JP 2000509915 T	02-08-2000
US 5498312 A	12-03-1996	DE 4317623 A	01-12-1994
		FR 2705694 A	02-12-1994
		JP 6349784 A	22-12-1994